

THIN-FILM MAGNETIC HEAD AND ITS PRODUCTION

Patent Number: JP11353624
Publication date: 1999-12-24
Inventor(s): SASAKI YOSHITAKA
Applicant(s): TDK CORP
Requested Patent: JP11353624
Application Number: JP19980158157 19980605
Priority Number(s):
IPC Classification: G11B5/39; G11B5/31
EC Classification:
Equivalents:

Abstract

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve the insulation performance between an electrode connected to a magneto-resistive element and shielding layers without increasing the thickness of the insulating layer between the magneto-resistive element and the shielding layers.

SOLUTION: This process for production consists in simultaneously forming the lower shielding layer 3 having a groove 3a arranged with a conductive layer 4 constituting the electrode connected to an MR(magneto-resistive) element 8 and the conductive layer 4 arranged in the state insulated from the lower shielding layer 3 within the groove 3a by the same material. The insulating film is interposed between the lower shielding layer 3 and the conductive layer 4. The MR element 8 and the conductive layer 4 are connected by the electrode layer 9.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-353624

(43) 公開日 平成11年(1999)12月24日

(51) Int.Cl.⁶

G 1 1 B 5/39
5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/39
5/31

K

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願平10-158157

(22) 出願日 平成10年(1998)6月5日

(71) 出願人 000003067

ティーディーケイ株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内

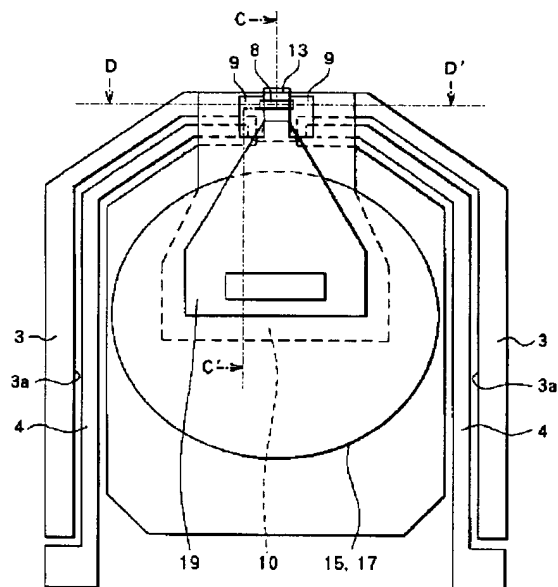
(74) 代理人 弁理士 星宮 勝美 (外2名)

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続された電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させる。

【解決手段】 MR素子8に接続される電極を構成する導電層4が配置される溝3aを有する下部シールド層3と、この溝3a内に下部シールド層3に対して絶縁された状態で配置される導電層4とを、同じ材料により、同時に形成する。下部シールド層3と導電層4との間には、絶縁膜が介挿される。MR素子8と導電層4は、電極層9によって接続される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 磁気抵抗素子と、
この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための2つのシールド層と、
前記磁気抵抗素子と各シールド層との間に設けられた絶縁層と、
前記磁気抵抗素子に接続される電極とを備え、
一方のシールド層は、前記電極の少なくとも一部が配置される溝を有し、
前記電極の少なくとも一部は、前記一方のシールド層と同じ材料によって形成され、且つ、前記溝内に、前記一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項2】 前記溝と前記電極は、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁されていることを特徴とする請求項1記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項3】 更に、磁氣的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して互に対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる2つの磁性層と、この2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えたことを特徴とする請求項1または2記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項4】 前記溝の少なくとも一部は、前記誘導型磁気変換素子における2つの磁性層および薄膜コイルに対向する領域の周囲に配置されていることを特徴とする請求項3記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項5】 更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を備えたことを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項6】 前記一方のシールド層は、前記磁気抵抗素子に対向する部分と、前記磁気抵抗素子に対向しない部分とに分割されていることを特徴とする請求項1ないし5のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項7】 磁気抵抗素子と、
この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための2つのシールド層と、
前記磁気抵抗素子と各シールド層との間に設けられた絶縁層と、
前記磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドであって、
一方のシールド層と前記電極の少なくとも一部は、同じ材料によって形成され、且つ、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置され、
更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項8】 磁気抵抗素子と、
この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための2つのシールド層と、
前記磁気抵抗素子と各シールド層との間に設けられた絶縁層と、
前記磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドであって、
一方のシールド層と前記電極の少なくとも一部は、同じ材料によって形成され、且つ、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置され、
更に、前記電極の少なくとも一部を形成する際に使用され、前記電極の少なくとも一部が形成される領域よりも広い領域に形成され、前記電極の少なくとも一部に電氣的に接続される電極膜を備えたことを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項9】 更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を備えたことを特徴とする請求項8記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項10】 磁気抵抗素子と、この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層と、前記磁気抵抗素子と前記第1および第2のシールド層との間に設けられた第1および第2の絶縁層と、前記磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、
第1のシールド層を形成する工程と、
前記第1のシールド層の上に、第1の絶縁層を形成する工程と、
前記第1の絶縁層の上に、磁気抵抗素子を形成する工程と、
前記磁気抵抗素子および第1の絶縁層の上に、第2の絶縁層を形成する工程と、
前記第2の絶縁層の上に、第2のシールド層を形成する工程とを含み、
前記第1のシールド層を形成する工程または前記第2のシールド層を形成する工程が、前記電極の少なくとも一部が配置される溝を有するように、第1のシールド層または第2のシールド層を形成すると共に、同時に、前記電極の少なくとも一部が、前記溝内に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、前記電極の少なくとも一部を、第1のシールド層または第2のシールド層と同じ材料によって形成することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項11】 前記溝と前記電極は、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁されることを特徴とする請求項10記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項12】 更に、磁氣的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して互に対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層から

なる2つの磁性層と、この2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成する工程を含むことを特徴とする請求項10または11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項13】 前記溝の少なくとも一部は、前記誘導型磁気変換素子における2つの磁性層および薄膜コイルに対向する領域の周囲に配置されることを特徴とする請求項12記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項14】 更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項10ないし13のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項15】 更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を、前記誘導型磁気変換素子における一方の磁性層を形成する際に同時に形成する工程を含むことを特徴とする請求項12記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項16】 前記溝を有するシールド層は、前記磁気抵抗素子に対向する部分と、前記磁気抵抗素子に対向しない部分とに分割されて形成されることを特徴とする請求項10ないし14のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 前記溝を有するシールド層および前記電極の少なくとも一部は、めっき法により形成されることを特徴とする請求項10ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項18】 前記溝を有するシールド層および前記電極の少なくとも一部は、スパッタ法により成膜した膜に対して、選択的にドライエッチングを行うことにより形成されることを特徴とする請求項10ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項19】 磁気抵抗素子と、この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層と、前記磁気抵抗素子と前記第1および第2のシールド層との間に設けられた第1および第2の絶縁層と、前記磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第1のシールド層を形成する工程と、

前記第1のシールド層の上に、第1の絶縁層を形成する工程と、

前記第1の絶縁層の上に、磁気抵抗素子を形成する工程と、

前記磁気抵抗素子および第1の絶縁層の上に、第2の絶縁層を形成する工程と、

前記第2の絶縁層の上に、第2のシールド層を形成する工程とを含み、

前記第1のシールド層を形成する工程または前記第2のシールド層を形成する工程が、同時に、前記電極の少なくとも一部が、第1のシールド層または第2のシールド

層と同一平面上に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、前記電極の少なくとも一部を、第1のシールド層または第2のシールド層と同じ材料によって形成し、

更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を形成する工程を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項20】 磁気抵抗素子と、この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、前記磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層と、前記磁気抵抗素子と前記第1および第2のシールド層との間に設けられた第1および第2の絶縁層と、前記磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第1のシールド層を形成する工程と、

前記第1のシールド層の上に、第1の絶縁層を形成する工程と、

前記第1の絶縁層の上に、磁気抵抗素子を形成する工程と、

前記磁気抵抗素子および第1の絶縁層の上に、第2の絶縁層を形成する工程と、

前記第2の絶縁層の上に、第2のシールド層を形成する工程とを含み、

前記第1のシールド層を形成する工程または前記第2のシールド層を形成する工程が、同時に、前記電極の少なくとも一部が、第1のシールド層または第2のシールド層と同一平面上に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、前記電極の少なくとも一部を、第1のシールド層または第2のシールド層と同じ材料によって形成し、

更に、前記電極の少なくとも一部を形成する際に使用され、前記電極の少なくとも一部に電気的に接続される電極膜を、前記電極の少なくとも一部が形成される領域よりも広い領域に形成する工程を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項21】 更に、前記電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を形成する工程を含むことを特徴とする請求項20記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも読み出し用の磁気抵抗素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR（Magnetoresistive）とも記す。）素

子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。MR素子としては、異方性磁気抵抗（以下、AMR（Anisotropic Magneto Resistive）と記す。）効果を用いたAMR素子と、巨大磁気抵抗（以下、GMR（Giant Magneto Resistive）と記す。）効果を用いたGMR素子とがあり、AMR素子を用いた再生ヘッドはAMRヘッドあるいは単にMRヘッドと呼ばれ、GMR素子を用いた再生ヘッドはGMRヘッドと呼ばれる。AMRヘッドは、面記録密度が1ギガビット／（インチ）²を超える再生ヘッドとして利用され、GMRヘッドは、面記録密度が3ギガビット／（インチ）²を超える再生ヘッドとして利用されている。

【0003】AMRヘッドは、AMR効果を有するAMR膜を備えている。GMRヘッドは、AMR膜を、GMR効果を有するGMR膜に置き換えたもので、構造上はAMRヘッドと同様である。ただし、GMR膜は、AMR膜よりも、同じ外部磁界を加えたときに大きな抵抗変化を示す。このため、GMRヘッドは、AMRヘッドよりも、再生出力を3～5倍程度大きくすることができると言われている。

【0004】再生ヘッドの性能を向上させる方法としては、MR膜を変える方法がある。一般的に、AMR膜は、MR効果を示す磁性体を膜としたもので、単層構造になっている。これに対して、多くのGMR膜は、複数の膜を組み合わせた多層構造になっている。GMR効果が発生するメカニズムにはいくつかの種類があり、そのメカニズムによってGMR膜の層構造が変わる。GMR膜としては、超格子GMR膜、グラニュー膜、スピンバルブ膜等が提案されているが、比較的構成が単純で、弱い磁界でも大きな抵抗変化を示し、量産を前提とするGMR膜としては、スピンバルブ膜が有力である。このように、再生ヘッドは、例えば、MR膜をAMR膜からGMR膜等の磁気抵抗感度の優れた材料に変えることで、容易に、性能を向上するという目的を達せられる。

【0005】再生ヘッドの性能を決定する要因としては、上述のような材料の選択の他に、パターン幅、特に、MRハイトがある。MRハイトは、MR素子のエアベアリング面（媒体対向面）側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）を言う。このMRハイトは、本来、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御される。

【0006】ところで、再生ヘッドとしては、MR素子を磁性材料によって電気的および磁氣的にシールド（遮蔽）した構造のものが多く、

【0007】ここで、図21ないし図30を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図21ないし図28において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベ

アリング面に平行な断面を示している。

【0008】この製造方法では、まず、図21に示したように、例えばアルティック（ $Al_2O_3 \cdot TiC$ ）よりなる基板101上に、例えばアルミナ（ Al_2O_3 ）よりなる絶縁層102を、約5～10 μm 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を、2～3 μm の厚みに形成する。

【0009】次に、図22に示したように、下部シールド層103上に、例えばアルミナまたはチタ化アルミニウムを50～100nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104上に、再生用のMR素子105を形成するためのMR膜を、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜上に、MR素子105を形成すべき位置に選択的にフォトリソパターン106を形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるような形状、例えば断面形状がT型のフォトリソパターン106を形成する。次に、フォトリソパターン106をマスクとして、例えばイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子105を形成する。なお、MR素子105は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。

【0010】次に、図23に示したように、下部シールドギャップ膜104上に、フォトリソパターン106をマスクとして、MR素子105に電気的に接続される一対の第1の電極層107を、数十nmの厚みに形成する。第1の電極層107は、例えば、TiW、CoPt、TiW、Taを積層して形成される。次に、図24に示したように、フォトリソパターン106をリフトオフする。次に、図24では図示しないが、第1の電極層107に電気的に接続される一対の第2の電極層を、50～100nmの厚みで、所定のパターンに形成する。第2の電極層は、例えば、銅（Cu）によって形成される。第1の電極層107および第2の電極層は、MR素子105に電気的に接続される電極（リードとも言う。）を構成する。

【0011】次に、図25に示したように、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜108を、50～150nmの厚みに形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、108内に埋設する。次に、上部シールドギャップ膜108上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極（以下、上部シールド層と記す。）109を、約3 μm の厚みに形成する。

【0012】次に、図26に示したように、上部シールド層109上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層110を、0.2～0.3 μm の厚みに形成し、この記録ギャップ層110上に、スロートハイト

を決定するフォトレジスト層111を、約1.0～2.0 μm の厚みで、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層111上に、誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を、3 μm の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層111およびコイル112上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113上に、第2層目の薄膜コイル114を、3 μm の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。

【0013】次に、図27に示したように、コイル112、114よりも後方(図27における右側)の位置において、磁路形成のために、記録ギャップ層110を部分的にエッチングする。次に、記録ギャップ層110、フォトレジスト層111、113、115上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えば高飽和磁束密度材のパーマロイ(NiFe)またはFeNよりなる上部磁極116を、約3 μm の厚みに形成する。この上部磁極116は、コイル112、114よりも後方の位置において、上部シールド層(下部磁極)109と接触し、磁氣的に連結している。

【0014】次に、図28に示したように、上部磁極116をマスクとして、イオンミリングによって、記録ギャップ層110と上部シールド層(下部磁極)109をエッチングする。次に、上部磁極116上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を、20～30 μm の厚みに形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。図28に示したように、上部磁極116、記録ギャップ層110および上部シールド層(下部磁極)109の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム(Trim)構造と呼ばれる。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【0015】図29は、上述のようにして製造された薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図29では、オーバーコート層117を省略している。図30は、下部シールドギャップ膜104上に、MR素子105、第1の電極層107および第2の電極層118を形成した後の状態を示す平面図である。なお、図21ないし図28における(a)は、図29におけるA-A'線断面を表し、(b)は、図29におけるB-B'線断面を表している。

【0016】図29および図30から分かるように、従来の薄膜磁気ヘッドでは、MR素子105をシールドするための下部シールド層103と上部シールド層109との間に、広い領域にわたって、極めて薄い下部シールドギャップ膜104、上部シールドギャップ膜108を

介して、MR素子105に接続された電極層107、118が介挿された構造になっている。そのため、電極層107、118とシールド層103、109との間のシールドギャップ膜104、108に、高い絶縁性能が求められる。また、この絶縁性能が、薄膜磁気ヘッドの歩留りを大きく左右していた。

【0017】

【発明が解決しようとする課題】ところで、再生ヘッドの性能が向上してくると、サーマルアスピリティ(Thermal Asperity)が問題となってくる。サーマルアスピリティとは、再生時における再生ヘッドの自己発熱による再生特性の劣化を言う。このサーマルアスピリティを克服するため、従来は、下部シールド層103やシールドギャップ膜104、108の材料として冷却効率の優れた材料が求められていた。そのため、従来、下部シールド層103には、パーマロイやセンダスト等の磁性材料が用いられていた。また、シールドギャップ膜104、108は、アルミナ等を例えば100～150nmの厚みでスパッタによって形成していた。そして、このシールドギャップ膜104、108によって、MR素子105および電極層107、118とシールド層103、109との間の磁氣的および電氣的な絶縁を得るようになっていた。

【0018】また、再生ヘッドの性能を向上させるには、サーマルアスピリティの克服が避けられないことから、最近では、シールドギャップ膜104、108の厚みを、例えば50～100nmにする等、どんどん薄くすることによって、MR素子105の冷却効率を上げて、サーマルアスピリティを克服する方法が採られていた。

【0019】しかしながら、シールドギャップ膜104、108はスパッタによって形成するため、パーティクル(微粒子)や膜のピンホールによって、MR素子105および電極層107、118と、シールド層103、109との間の磁氣的および電氣的な絶縁の不良が発生しやすく、これは、シールドギャップ膜104、108を薄くすると、より顕著になるという問題点がある。

【0020】また、再生ヘッドの出力特性を向上させるには、MR素子における微小な抵抗変化に対応する微小な出力信号変化を検出できるように、MR素子に接続される電極の配線抵抗は低いほどよい。そのため、従来は、電極層118は、大面積となるように設計される場合が多い。しかしながら、そうすると、電極層118とシールドギャップ膜104、108が対向する部分の面積も大きくなり、上述のようにシールドギャップ膜104、108が薄い場合には、電極層118とシールド層103、109との間の磁氣的および電氣的な絶縁の不良がより多く発生しやすいという問題点がある。

【0021】また、上述のように、再生ヘッドの出力特

性を向上させるために、MR素子に接続される電極の配線抵抗は低いことが望まれるが、従来の薄膜磁気ヘッドでは、シールド層103、109間に介挿された、厚みが50~100nm程度の薄い電極層107、118によって電極が形成されているため、電極の配線抵抗を低くするには限界があるという問題点があった。

【0022】また、薄膜磁気ヘッドでは、狭トラック幅が要求されることから、MR素子も微小なものが要求される。特にGMRヘッドになると、微小なMR素子の出力信号を正確に読み取る必要がある。そのためには、誘導型の記録ヘッドにおけるコイル等の内部要因やハードディスク装置のモータ等の外部要因によるノイズの低減を図る必要がある。しかしながら、従来の薄膜磁気ヘッドでは、電極層118にノイズが乗り、このノイズが再生ヘッドの性能を劣化させるおそれがあるという問題点があった。

【0023】なお、特開平9-212006号公報には、リードの電気抵抗を下げると共に、リードと上シールドとの間の絶縁不良を防止するために、MR素子に接続されたリードを上下シールド間から引き出す方向の下シールドの寸法を、上シールドの寸法よりも短く形成すると共に、リードの厚さを、上下シールド間に挟まれた部分で薄く形成し、下シールドから外れた部分で下方に突出して厚く形成する技術が示されている。

【0024】しかしながら、この技術では、リードは下シールドによってほとんどシールドされない構造となるため、高出力を求めるGMRヘッドでは、コイルからの磁束をひろいやすく、そのため、リードにノイズが乗りやすくなるという問題点がある。

【0025】また、特開昭60-93613号公報には、MR素子上にスペーサ層を形成し、スペーサ層にコンタクト孔を設けてMR素子の一部を露出させ、次に、シールド膜と導体膜（リード）とを同時に形成し、導体膜とMR素子とをコンタクト孔を介して接続する技術が示されている。

【0026】この技術によれば、導体膜とシールド膜との間の絶縁不良を防止することが可能となるが、導体膜はシールド膜によってシールドされない構造となるため、導体膜にノイズが乗りやすくなるという問題点がある。

【0027】本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その第1の目的は、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続される電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることができるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0028】本発明の第2の目的は、磁気抵抗素子に接続される電極の配線抵抗をより低くできるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0029】本発明の第3の目的は、磁気抵抗素子に接続される電極に対するノイズの影響を低減できるようにした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気抵抗素子と、この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドするための2つのシールド層と、磁気抵抗素子と各シールド層との間に設けられた絶縁層と、磁気抵抗素子に接続される電極とを備え、一方のシールド層が、電極の少なくとも一部が配置される溝を有し、電極の少なくとも一部が、一方のシールド層と同じ材料によって形成され、且つ、溝内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置されているものである。

【0031】本発明の薄膜磁気ヘッドでは、磁気抵抗素子に接続される電極の少なくとも一部が、一方のシールド層の溝内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置されているので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることが可能となる。

【0032】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、溝と電極は、例えば、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁されている。

【0033】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、更に、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して互いに対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる2つの磁性層と、この2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えていてもよい。

【0034】この場合、溝の少なくとも一部は、例えば、誘導型磁気変換素子における2つの磁性層および薄膜コイルに対向する領域の周囲に配置される。

【0035】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を備えていてもよい。

【0036】また、本発明の薄膜磁気ヘッドでは、一方のシールド層が、磁気抵抗素子に対向する部分と、磁気抵抗素子に対向しない部分とに分割されていてもよい。

【0037】本発明の他の薄膜磁気ヘッドは、一方のシールド層と電極の少なくとも一部が、同じ材料によって形成され、且つ、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置され、更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を備えたものである。

【0038】この薄膜磁気ヘッドでは、一方のシールド層と電極の少なくとも一部が、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置されているので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることが可能とな

る。

【0039】本発明の更に他の薄膜磁気ヘッドは、一方のシールド層と電極の少なくとも一部は、同じ材料によって形成され、且つ、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置され、更に、電極の少なくとも一部を形成する際に使用され、電極の少なくとも一部が形成される領域よりも広い領域に形成され、電極の少なくとも一部に電氣的に接続される電極膜を備えたものである。

【0040】この薄膜磁気ヘッドでは、一方のシールド層と電極の少なくとも一部が、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置されているので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることが可能となる。

【0041】この薄膜磁気ヘッドでは、更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を備えていてもよい。

【0042】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気抵抗素子と、この磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置され、磁気抵抗素子をシールドするための第1および第2のシールド層と、磁気抵抗素子と第1および第2のシールド層との間に設けられた第1および第2の絶縁層と、磁気抵抗素子に接続される電極とを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第1のシールド層を形成する工程と、第1のシールド層の上に、第1の絶縁層を形成する工程と、第1の絶縁層の上に、磁気抵抗素子を形成する工程と、磁気抵抗素子および第1の絶縁層の上に、第2の絶縁層を形成する工程と、第2の絶縁層の上に、第2のシールド層を形成する工程とを含み、第1のシールド層を形成する工程または第2のシールド層を形成する工程が、電極の少なくとも一部が配置される溝を有するように、第1のシールド層または第2のシールド層を形成すると共に、同時に、電極の少なくとも一部が、溝内に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、電極の少なくとも一部を、第1のシールド層または第2のシールド層と同じ材料によって形成するものである。

【0043】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、磁気抵抗素子に接続される電極の少なくとも一部が、一方のシールド層の溝内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることが可能となる。

【0044】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、溝と電極は、例えば、これらの間に設けられた絶縁膜によって絶縁される。

【0045】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、更に、磁氣的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して互に対向する磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる2つの

磁性層と、この2つの磁性層の間に配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成する工程を含んでいてもよい。

【0046】この場合、溝の少なくとも一部は、例えば、誘導型磁気変換素子における2つの磁性層および薄膜コイルに対向する領域の周囲に配置される。

【0047】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を形成する工程を含んでいてもよい。

【0048】この場合、電極シールド層を、誘導型磁気変換素子における一方の磁性層を形成する際に同時に形成してもよい。

【0049】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、溝を有するシールド層は、磁気抵抗素子に対向する部分と、磁気抵抗素子に対向しない部分とに分割されて形成されてもよい。

【0050】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、溝を有するシールド層および電極の少なくとも一部は、例えば、めっき法により形成されてもよいし、スパッタ法により成膜した膜に対して、選択的にドライエッチングを行うことにより形成されてもよい。

【0051】本発明の他の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1のシールド層を形成する工程または第2のシールド層を形成する工程が、同時に、電極の少なくとも一部が、第1のシールド層または第2のシールド層と同一平面上に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、電極の少なくとも一部を、第1のシールド層または第2のシールド層と同じ材料によって形成し、更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を形成する工程を含むものである。

【0052】この薄膜磁気ヘッドの製造方法では、一方のシールド層と電極の少なくとも一部が、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置されるので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることが可能となる。

【0053】また、本発明の更に他の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、第1のシールド層を形成する工程または第2のシールド層を形成する工程が、同時に、電極の少なくとも一部が、第1のシールド層または第2のシールド層と同一平面上に、第1のシールド層または第2のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるように、電極の少なくとも一部を、第1のシールド層または第2のシールド層と同じ材料によって形成し、更に、電極の少なくとも一部を形成する際に使用され、電極の少なくとも一部に電氣的に接続される電極膜を、電極の少なくとも一部が形成される領域よりも広い領域に形成する工程を含むものである。

【0054】この薄膜磁気ヘッドの製造方法では、一方

のシールド層と電極の少なくとも一部が、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置されるので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることが可能となる。

【0055】また、この薄膜磁気ヘッドの製造方法では、更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を形成する工程を含んでもよい。

【0056】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。まず、図1ないし図11を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、図1ないし図9において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0057】本実施の形態に係る製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ($Al_2O_3 \cdot TiC$) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ (Al_2O_3) よりなる絶縁層2を、約5~10 μm の厚みで堆積する。

【0058】次に、図示しないが、絶縁層2の上に、下部シールド層と、MR素子に接続される電極(リード)となる一対の導電層とをめっき法にて形成する際に使用される電極膜としてのシード層を、パーマロイ ($NiFe$) のスパッタによって形成する。

【0059】次に、図2に示したように、フォトリソレジスト膜をマスクとして、例えばイオンミリングにより、シード層を選択的にエッチングして、下部シールド層および導電層を形成すべき領域以外の領域におけるシード層を除去する。ここで、下部シールド層を形成すべき領域は、導電層が配置される溝を有し、導電層を形成すべき領域は、この溝内に配置される。導電層を形成すべき領域の幅は、例えば1~3 μm であり、導電層を形成すべき領域と下部シールド層を形成すべき領域との間の間隔は、例えば1 μm である。

【0060】次に、シード層の上に、フォトリソレジスト膜をマスクとして、めっき法にて、磁性材料、例えばパーマロイ ($NiFe$) を約2~3 μm の厚みで選択的に形成して、再生ヘッド用の下部シールド層3および導電層4を形成する。このようにして、下部シールド層3と導電層4は、同じ材料により、同時に形成される。下部シールド層3は、本発明における一方のシールド層に対応する。このようにして形成された下部シールド層3は、導電層4が配置される溝3aを有し、導電層4は、この溝内3a内に、導電層4と所定の間隔を開けて配置される。導電層4の幅は、例えば1~3 μm であり、導電層4と下部シールド層3との間の間隔は、例えば1 μm である。導電層4と下部シールド層3との間のシード層は

除去されているので、導電層4と下部シールド層3とは電氣的に絶縁されている。

【0061】次に、下部シールド層3と導電層4との間の隙間と、下部シールド層3および導電層4の上の全面に、例えばアルミナよりなる絶縁膜5を、3~4 μm の厚みに形成する。

【0062】次に、図3に示したように、絶縁膜5を、下部シールド層3および導電層4の表面に至るまで研磨して平坦化する。この際の研磨方法としては、機械的な研磨またはCMP(化学機械研磨)が用いられる。この平坦化により、下部シールド層3と導電層4の表面が露出する。

【0063】このように、導電層4は、例えば1 μm の厚みの絶縁膜5によって下部シールド層3に対して絶縁された状態で、下部シールド層3の溝3a内に形成される。従って、導電層4と下部シールド層3との間の絶縁性能は極めて高く、導電層4と下部シールド層3との間において、パーティクルや膜のピンホール等による磁気的および電氣的な絶縁の不良をなくすることができる。

【0064】次に、図4に示したように、下部シールド層3、導電層4および絶縁膜5の上に、スパッタにより、チッ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、約50~100nmの厚みに形成して、絶縁層としての下部シールドギャップ膜7aを形成する。下部シールドギャップ膜7aを形成する際には、予め、後述する電極層と導電層4とを電氣的に接続するためのコンタクトホールを形成する部分に、リフトオフを容易に行うことができるように、例えばT型のフォトリソレジストパターンを形成しておき、下部シールドギャップ膜7aの形成後、フォトリソレジストパターンをリフトオフすることにより、コンタクトホールを形成する。なお、コンタクトホールは、フォトリソグラフィを用いて、下部シールドギャップ膜7aを選択的にエッチングして形成してもよい。

【0065】次に、下部シールドギャップ膜7aの上に、再生用のMR素子8を形成するためのMR膜を、スパッタにより、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子8を形成すべき位置に選択的に、図示しないフォトリソレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるように、例えばT型のフォトリソレジストパターンを形成する。次に、フォトリソレジストパターンをマスクとして、例えば、アルゴン系のイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子8を形成する。なお、MR素子8は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。

【0066】次に、下部シールドギャップ膜7aの上に、同じフォトリソレジストパターンをマスクとして、MR素子8に電氣的に接続される一対の電極層9を、スパッタにより、80~150nmの厚みに形成する。電極層9は、例えば、TiW, CoPt, TiW, Ta, Auを積層して形成される。また、電極層9は、下部シールド層3と導電層4との間に形成される。

ドギャップ膜7aに形成されたコンタクトホールを介して、導電層4に対して電氣的に接続される。電極層9および導電層4が、MR素子8に接続される電極を構成する。

【0067】次に、下部シールドギャップ膜7a、MR素子8および電極層9の上に、スパッタにより、チ化アルミニウムやアルミナ等の絶縁材を、約50～100nmの厚みに形成して、絶縁層としての上部シールドギャップ膜7bを形成して、MR素子8をシールドギャップ膜7a、7b内に埋設する。

【0068】次に、上部シールドギャップ膜7bの上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極（以下、上部シールド層と記す。）10を形成する。この上部シールド層10は、NiFeや、チ化鉄（FeN）やその化合物、Fe-Co-Zrのアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いて形成してもよいし、NiFeと高飽和磁束密度材を重ねて形成してもよい。

【0069】その後、全体にアルミナ膜あるいはシリコン酸化膜を、4～6μmの厚みに形成する。そして、上部シールド層10の表面が露出するように、全体を平坦化する。この平坦化は、機械的な研磨やCMP等を用いて行うことができる。このような平坦化処理を行うことにより、MR素子8のパターンによって上部シールド層10に発生する段差がなくなり、上部シールド層10の表面が平坦になり、その後に形成される記録ヘッドの磁極部分の記録ギャップ層を平坦にすることができる。その結果、高周波領域における書き込み特性を向上させることができる。

【0070】次に、図5に示したように、平坦化された上部シールド層10の上に、例えばアルミナ膜またはシリコン酸化膜よりなる絶縁膜を、1～2μmの厚みに形成する。次に、フォトリソグラフィを用いて、絶縁膜を選択的にエッチングして、スロートハイトを規定するための絶縁層11を形成する。このとき、絶縁層11の磁極部分側のエッジにテーパを形成する。このテーパが形成されたエッジがスロートハイトを規定する。

【0071】次に、上部シールド層10および絶縁層11の上に、アルミナ膜等の絶縁膜よりなる記録ギャップ層12を形成する。次に、後方（図5における右側）の位置において、磁路形成のために、記録ギャップ層12を部分的にエッチングする。次に、記録ギャップ層12の上に、誘導型の記録ヘッドのトラック幅を決定するボールチップ13と、磁路形成用の磁性層14を、約3μmの厚みに形成する。これらボールチップ13および磁性層14は、例えば、NiFe（Ni：50重量％，Fe：50重量％）を用いてめっき法により形成してもよいし、チ化鉄（FeN）やその化合物等の高飽和磁束密度材をスパッタし、パターンニングして形成してもよい。なお、ボールチップ13の材料としては、上記の例

の他に、NiFe（Ni：80重量％，Fe：20重量％）や、Fe-Co-Zrのアモルファス等の高飽和磁束密度材を用いても良い。また、ボールチップ13は、上述の種々の材料を2種類以上重ねて形成してもよい。ボールチップ13に高飽和磁束密度材を用いることにより、後述するコイルによって発生する磁束が、途中で飽和することなく、有効に、磁極部分に到達するようになるため、記録密度の高い記録ヘッドを形成することができる。

【0072】次に、ボールチップ13の両側における記録ギャップ層12をドライエッチングにより除去した後、露出した上部シールド層10を、ボールチップ13をマスクとして、イオンミリングによって、例えば0.4μmエッチングして、トリム構造とする。

【0073】次に、図6に示したように、絶縁層11が形成されている領域における記録ギャップ層12の上に、記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル15を、例えばめっき法により、2～3μmの厚みに形成する。

【0074】次に、図7に示したように、絶縁層11およびコイル15の上に、フォトレジストよりなる絶縁層16を、所定のパターンに形成する。次に、絶縁層16の上に、第2層目の薄膜コイル17を、2～3μmの厚みに形成する。次に、絶縁層16およびコイル17の上に、フォトレジストよりなる絶縁層18を、所定のパターンに形成する。次に、200～250℃、例えば200℃程度の温度にてキュアを施す。

【0075】次に、図8に示したように、ボールチップ13の後方の一部と絶縁層16、18および磁性層14を覆うように、上部ヨーク19を、めっき法により、約3～4μmの厚みを形成する。

【0076】記録ヘッドにおける上部側の磁性層を、ボールチップ13と上部ヨーク19とに分離することで、ボールチップ13の微細化が可能となり、サブミクロン寸法の狭トラックの記録ヘッドを簡単に形成することが可能となる。また、上部ヨーク19は、ボールチップ13の上面と3つの側面の計4面で、ボールチップ13に接する。そのため、上部ヨーク19を通過する磁束が、飽和することなく効率よく、ボールチップ13に流れ込むため、記録密度の高い記録ヘッドを形成することができる。なお、ボールチップ13、上部ヨーク19および磁性層14が一体となって上部磁極を構成している。

【0077】また、微細に形成したボールチップ13をマスクとして、上部シールド層10をエッチングしてトリム構造とすることができるので、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【0078】次に、図9に示したように、上部ヨーク19の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層20を形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成

して、薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0079】これら上部シールド層（下部磁極）10、ポールチップ13、磁性層14、上部ヨーク19と、薄膜コイル15、17は、本発明における誘導型磁気変換素子に対応する。つまり、上部シールド層（下部磁極）10は、本発明に係る記録ヘッドにおける2つの磁性層のうちの一方に対応し、ポールチップ13、磁性層14および上部ヨーク19は、2つの磁性層のうちの他方に対応する。

【0080】図10は、下部シールド層3および導電層4の平面図、図11は、上述のようにして製造される本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図11では、オーバーコート層20を省略している。また、この図は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。なお、図1ないし図9における（a）は、図11におけるC-C'線断面を表し、（b）は、図11におけるD-D'線断面を表している。これらの図に示したように、下部シールド層3は、MR素子8およびその周辺に対向する領域と、誘導型磁気変換素子における2つの磁性層（上部シールド層10と、ポールチップ13、磁性層14および上部ヨーク19）および薄膜コイル15、17に対向する領域とを含む領域に配置されている。下部シールド層3の溝3aは、MR素子8の両端部近傍の位置から、MR素子8の両側方に延び、一部は、上部シールド層10に対向する領域を通過し、残りの大部分は、誘導型磁気変換素子における2つの磁性層および薄膜コイル15、17に対向する領域の周囲に配置されている。MR素子8に接続される電極を構成する導電層4は、下部シールド層3の溝3a内に絶縁された状態で配置されている。また、導電層4のMR素子8とは反対側の端部は、溝3aの幅よりも大きい幅に形成されて、下部シールド層3の外側に配置されている。

【0081】以上説明したように、本実施の形態では、下部シールド層3が溝3aを有し、この溝3a内に、MR素子8に接続される電極を構成する導電層4の大部分が、絶縁膜5によって下部シールド層3に対して絶縁された状態で配置されている。従って、本実施の形態によれば、導電層4と下部シールド層3との間の絶縁性能を極めて高くすることができ、導電層4と下部シールド層3との間の磁気的および電気的な絶縁の不良をなくすることができる。

【0082】また、導電層4の一部は、下部シールドギャップ膜7aおよび上部シールドギャップ膜7bを介して上部シールド層10と対向するが、大部分は上部シールド層10と対向しない構造であるため、導電層4と上部シールド層10との間の絶縁性能も極めて高くすることができ、導電層4と上部シールド層10との間の磁気的および電気的な絶縁の不良をなくすることができる。

【0083】また、本実施の形態によれば、導電層4が下部シールドギャップ膜7aと上部シールドギャップ膜

7bとの間に介挿された構造ではないので、導電層4が下部シールドギャップ膜7a、上部シールドギャップ膜7bを介して下部シールド層3、上部シールド層10と広い面積で対向することがない。従って、下部シールドギャップ膜7a、上部シールドギャップ膜7bを薄くしても、導電層4と下部シールド層3および上部シールド層10との間の絶縁性能を高く維持することができる。

【0084】このように本実施の形態によれば、下部シールドギャップ膜7aおよび上部シールドギャップ膜7bを厚くすることなく、MR素子8に接続される電極と下部シールド層3および上部シールド層10との間の絶縁性能を向上させることができる。

【0085】また、本実施の形態によれば、サーマルアスビリティを改善するために、下部シールドギャップ膜7aおよび上部シールドギャップ膜7bを十分薄くすることが可能となり、再生ヘッドの性能を向上させることができる。

【0086】また、本実施の形態によれば、導電層4を十分厚く形成することができるので、MR素子8に接続される電極の配線抵抗をより低くすることができる。これにより、MR素子8における微小な抵抗変化に対応する微小な出力信号変化を感度よく検出することが可能となり、この点からも再生ヘッドの性能を向上させることができる。

【0087】また、本実施の形態では、導電層4のうちの、下部シールド層3の溝3a内に配置された部分は、両側から下部シールド層3に挟み込まれてシールドされる構造となっている。従って、MR素子8に対する、誘導型の記録ヘッドにおけるコイルから発生する磁気等の内部要因やハードディスク装置のモータ等の外部要因によるノイズの影響を低減することができる。特に、MR素子8の近傍では、導電層4は、両側面側が下部シールド層3によってシールドされ、上面側が上部シールド層10によってシールドされる構造となっているので、導電層4に対するノイズの影響をより低減することができる。これらの点からも、再生ヘッドの性能を向上させることができる。

【0088】また、本実施の形態によれば、下部シールド層3と導電層4を、同じ材料により、同時に形成するようにしたので、下部シールド層3と導電層4を別々の工程で形成する場合に比べて、工程数を減らすことができる。

【0089】また、本実施の形態によれば、コイル15、17と上部シールド層10との間に、薄い記録ギャップ層12の他に、厚い絶縁層11を形成できるので、コイル15、17と上部シールド層10との間に、大きな絶縁耐圧を得ることができると共に、コイル15、17からの磁束の漏れを低減することができる。

【0090】次に、図12を参照して、本発明の第2の実施の形態について説明する。図12は、本実施の形態

に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図12では、オーバーコート層を省略している。また、この図は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。

【0091】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、下部シールド層3の溝3a内に配置された導電層4のうちの溝3aより露出する部分に対向する電極シールド層21を設けたものである。この電極シールド層21は、下部シールド層3の溝3a内に配置された導電層4のうち、少なくとも、上部シールド層10に対向しない部分を覆うように設けられる。電極シールド層21は、絶縁層11が存在する領域では、絶縁層11の上に形成され、絶縁層11が存在しない領域では、上部シールドギャップ膜7bの上に形成される。

【0092】電極シールド層21は、例えば、上部ヨーク19を形成する際に同時に、上部ヨーク19と同じ磁性材料を用いて形成される。

【0093】本実施の形態によれば、下部シールド層3の溝3a内に配置された導電層4のうち、上部シールド層10に対向しない部分の上面側を、電極シールド層21によってシールドすることができるので、第1の実施の形態に比べて、導電層4に対するノイズの影響をより低減することができる。

【0094】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0095】次に、図13および図14を参照して、本発明の第3の実施の形態について説明する。図13は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図、図14は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図13および図14は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。

【0096】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、図14に示したように、下部シールド層3の形状を、第1の実施の形態における下部シールド層3から、一対の導電層4、4間の部分を除いた形状としたものである。従って、本実施の形態では、図13に示したように、導電層4の外側の側面は下部シールド層3に対向するが、内側の側面は下部シールド層3に対向せずに、絶縁膜5に接する。また、本実施の形態では、第2の実施の形態と同様に、導電層4に対向する電極シールド層21を設けている。

【0097】本実施の形態では、導電層4の内側の側面は下部シールド層3に対向しないが、導電層4の外側を下部シールド層3によってシールドし、上部シールド層10に対向しない部分の上面側を、電極シールド層21によってシールドすることができるので、導電層4に対するノイズの影響を十分低減することができる。

【0098】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0099】次に、図15および図16を参照して、本

発明の第4の実施の形態について説明する。図15は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図、図16は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図15および図16は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。

【0100】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドでは、下部シールド層3の形状を、第3の実施の形態と同様に、第1の実施の形態における下部シールド層3から、一対の導電層4、4間の部分を除いた形状としている。

【0101】また、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、導電層4を形成する際に使用され、導電層4が形成される領域よりも広い領域に形成され、導電層4に電気的に接続された電極膜としてのシード層31を備えている。シード層31は、例えば、一対の導電層4、4の間の領域に広く形成されるが、図16に示したように、一方の導電層4に電気的に接続されたシード層31と、他方の導電層4に電気的に接続されたシード層31とは、分離され、互いに絶縁されている。なお、導電層4に電気的に接続されたシード層31と、導電層4に電気的に接続されたシード層とは、互いに絶縁されている。

【0102】シード層31は、絶縁層2上に、例えば、スパッタにより、パーマロイ(NiFe)を用いて50~100nmの厚みに形成される。

【0103】本実施の形態では、導電層4の内側の側面は下部シールド層3に対向しないが、導電層4の外側を下部シールド層3によってシールドすることができるので、導電層4に対するノイズの影響を十分低減することができる。

【0104】また、本実施の形態によれば、導電層4を形成する際に使用され、導電層4に電気的に接続された電極膜としてのシード層31を、導電層4が形成される領域よりも広い領域に形成したので、MR素子8に接続される電極の配線抵抗をより低くすることができる。

【0105】また、図10に示したように、導電層4が環の一部をなすような形状に形成されていると、導電層4がコイルのような役割をして、ノイズを受ける可能性がある。しかし、本実施の形態によれば、導電層4に電気的に接続された電極膜としてのシード層31を、導電層4が形成される領域よりも広い領域に形成したので、導電層4とシード層31とを含めた導電部の形状が、環の一部をなすような形状とはならず、その結果、導電層4に対するノイズの影響を低減することができる。

【0106】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第1の実施の形態と同様である。

【0107】次に、図17を参照して、本発明の第5の実施の形態について説明する。図17は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図17は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。

【0108】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、第

4の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドに対して、第2の実施の形態と同様に、導電層4に対向する電極シールド層21を設けたものである。

【0109】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2または第4の実施の形態と同様である。

【0110】次に、図18および図19を参照して、本発明の第6の実施の形態について説明する。図18は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図、図19は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図18および図19は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。

【0111】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドは、図19に示したように、下部シールド層3の形状を、第1の実施の形態における下部シールド層3のうち、一対の導電層4、4間の部分について、導電層4、4に沿った所定の幅の部分のみを残し、他の部分を除いた形状としたものである。従って、本実施の形態では、導電層4、4の内側の側面に下部シールド層3が対向する。本実施の形態における下部シールド層3のうち、導電層4、4の内側の側面に対向する部分の幅は、例えば導電層4の幅と同程度とする。また、本実施の形態では、第2の実施の形態と同様に、導電層4に対向する電極シールド層21を設けている。

【0112】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第2の実施の形態と同様である。

【0113】次に、図20を参照して、本発明の第7の実施の形態について説明する。図20は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図20は、スライダの機械加工を行う前の状態を表している。

【0114】本実施の形態では、第6の実施の形態における下部シールド層3の代わりに、下部シールド層63を設けている。この下部シールド層63の全体形状は、第6の実施の形態における下部シールド層3の形状に近似している。ただし、この下部シールド層63は、MR素子8に対向する部分63Aと、MR素子に対向しない部分63B、63Cとに分割されている。MR素子8に対向する部分63Aと、MR素子に対向しない部分63B、63Cとの間には、所定の間隔のギャップが形成されている。下部シールド層63には、第1の実施の形態における下部シールド層3の溝3aと同様に、導電層4の一部が配置される溝63aが形成されている。MR素子に対向しない部分63B、63Cは、溝63aによって、それぞれ、2つの部分に分割されている。従って、下部シールド層63は、実際には5つの部分に分割されている。

【0115】本実施の形態における下部シールド層63と導電層4は、これらに対応する部分のみがエッチングによって選択的に残されたシールド層の上に、フォトレジ

スト膜をマスクとして、めっき法にて、選択的に形成される。

【0116】また、本実施の形態では、第6の実施の形態と同様に、導電層4に対向する電極シールド層21を設けている。

【0117】本実施の形態によれば、下部シールド層63が5つの部分に分割されているので、1つの部分の面積が小さくなり、高周波域でのシールド特性が向上する。

【0118】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第6の実施の形態と同様である。

【0119】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されない。例えば、上記各実施の形態では、基体側に読み取り用のMR素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型磁気変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0120】つまり、基体側に書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成し、その上に、読み取り用のMR素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極の機能を有する磁性膜を下部磁極として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極の機能を有する磁性膜を上部磁極として形成することにより実現できる。この場合、誘導型磁気変換素子の上部磁極とMR素子の下部シールド層を兼用させることが好ましい。

【0121】従って、このような構造の薄膜磁気ヘッドでは、MR素子の上部シールド層が、本発明における一方のシールド層に対応する。つまり、上部シールド層に、導電層が配置される溝が形成される。

【0122】なお、このような構造の薄膜磁気ヘッドでは、凹部を形成した基体を用いることが好ましい。そして、基体の凹部に、コイル部を形成することによって、薄膜磁気ヘッド自体の大きさをさらに縮小化することができる。

【0123】更に、異なる形態としては、誘導型磁気変換素子のコイル部を構成する各薄膜コイル間に形成される絶縁層を、全て無機絶縁層としてもよい。

【0124】

【発明の効果】以上説明したように請求項1ないし6のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項10ないし18のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、磁気抵抗素子を挟んで対向するように配置された2つのシールド層のうちの一方のシールド層が、磁気抵抗素子に接続される電極の少なくとも一部が配置される溝を有し、電極の少なくとも一部が、一方のシールド層と同じ材料によって形成され、且つ、溝内に、一方のシールド層に対して絶縁された状態で配置されるようにしたので、電極と各シールド層との間の絶縁性能を高くすることができると共に、電極が絶縁層を介して両シールド層と接触する。

ルド層間に介挿された構造ではないので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続される電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることができるという効果を奏する。更に、電極を十分厚く形成することができるので、電極の配線抵抗をより低くすることができるという効果を奏する。更に、電極のうちの溝内に配置された部分が、一方のシールド層によって挟み込まれてシールドされるので、電極に対するノイズの影響を低減することができるという効果を奏する。更に、電極の少なくとも一部と一方のシールド層を、同じ材料によって形成するようにしたので、これらを同時に形成することができ、薄膜磁気ヘッドの製造における工程数を減らすことができるという効果を奏する。

【0125】また、請求項5記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項14もしくは15記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を設けたので、更に、電極に対するノイズの影響をより低減することができるという効果を奏する。

【0126】また、請求項6記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項16記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、一方のシールド層を、磁気抵抗素子に対向する部分と、磁気抵抗素子に対向しない部分とに分割したので、更に、高周波域でのシールド特性を向上させることができるという効果を奏する。

【0127】また、請求項7記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項19記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、一方のシールド層と電極の少なくとも一部が、同じ材料によって形成され、且つ、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置されるようにしたので、電極と各シールド層との間の絶縁性能を高くすることができると共に、電極が絶縁層を介して両シールド層間に介挿された構造ではないので、磁気抵抗素子とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続される電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることができるという効果を奏する。更に、電極を十分厚く形成することができるので、電極の配線抵抗をより低くすることができるという効果を奏する。更に、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を設けたので、電極に対するノイズの影響を低減することができるという効果を奏する。

【0128】また、請求項8もしくは9記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項20もしくは21記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、一方のシールド層と電極の少なくとも一部が、同じ材料によって形成され、且つ、同一平面上に、互いに絶縁された状態で配置されるようにしたので、電極と各シールド層との間の絶縁性能を高くすることができると共に、電極が絶縁層を介して両シールド層間に介挿された構造ではないので、磁気抵抗素子

とシールド層との間の絶縁層を厚くすることなく、磁気抵抗素子に接続される電極とシールド層との間の絶縁性能を向上させることができるという効果を奏する。更に、電極を十分厚く形成することができるので、電極の配線抵抗をより低くすることができるという効果を奏する。更に、更に、電極の少なくとも一部を形成する際に使用され、電極の少なくとも一部が形成される領域よりも広い領域に形成され、電極の少なくとも一部に電気的に接続される電極膜を設けたので、電極の配線抵抗をより低くすることができると共に、電極に対するノイズの影響を低減することができるという効果を奏する。

【0129】また、請求項9記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項21記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、電極の少なくとも一部をシールドするための電極シールド層を設けたので、更に、電極に対するノイズの影響をより低減することができるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】図6に続く工程を説明するための断面図である。

【図8】図7に続く工程を説明するための断面図である。

【図9】図8に続く工程を説明するための断面図である。

【図10】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドにおける下部シールド層および導電層を示す平面図である。

【図11】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図12】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図13】本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図である。

【図14】本発明の第3の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図15】本発明の第4の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図であ

る。

【図16】本発明の第4の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図17】本発明の第5の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図18】本発明の第6の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドのエアベアリング面に垂直な断面を示す断面図である。

【図19】本発明の第6の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図20】本発明の第7の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図21】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図22】図21に続く工程を説明するための断面図である。

【図23】図22に続く工程を説明するための断面図である。

【図24】図23に続く工程を説明するための断面図である。

【図25】図24に続く工程を説明するための断面図である。

【図26】図25に続く工程を説明するための断面図である。

【図27】図26に続く工程を説明するための断面図である。

【図28】図27に続く工程を説明するための断面図である。

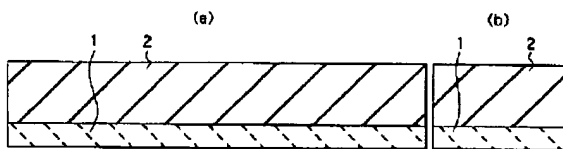
【図29】従来の薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図30】従来の薄膜磁気ヘッドの製造途中の状態を示す平面図である。

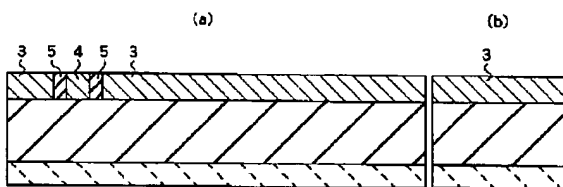
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、4…導電層、5…絶縁膜、7a…下部シールドギャップ膜、7b…上部シールドギャップ膜、8…MR素子、9…電極層、10…上部シールド層兼下部磁極、11…絶縁層、12…記録ギャップ層、13…ボールチップ、14…磁性層、15、17…薄膜コイル、16、18…絶縁層、19…上部ヨーク、20…オーバーコート層。

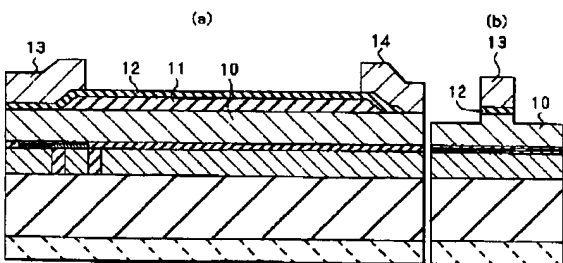
【図1】



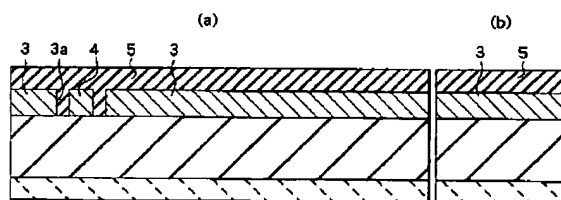
【図3】



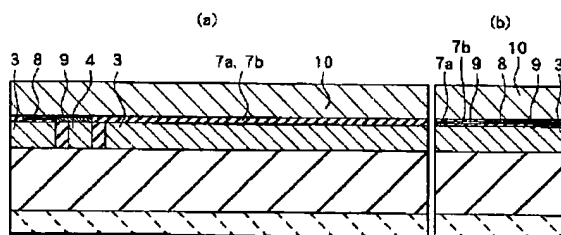
【図5】



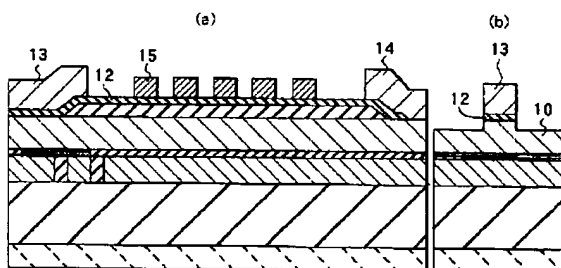
【図2】



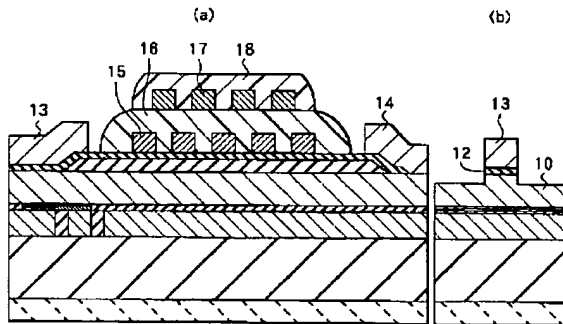
【図4】



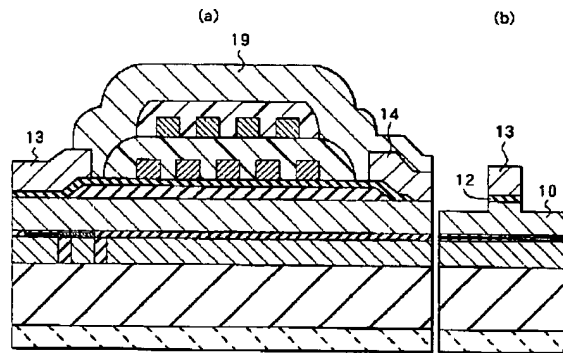
【図6】



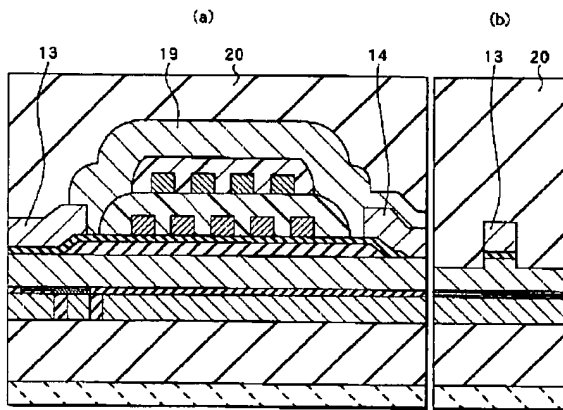
【図7】



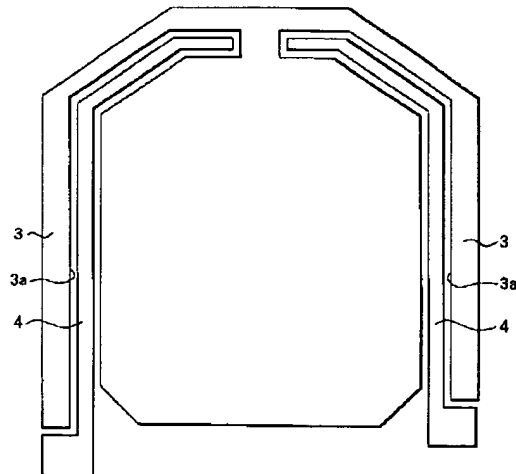
【図8】



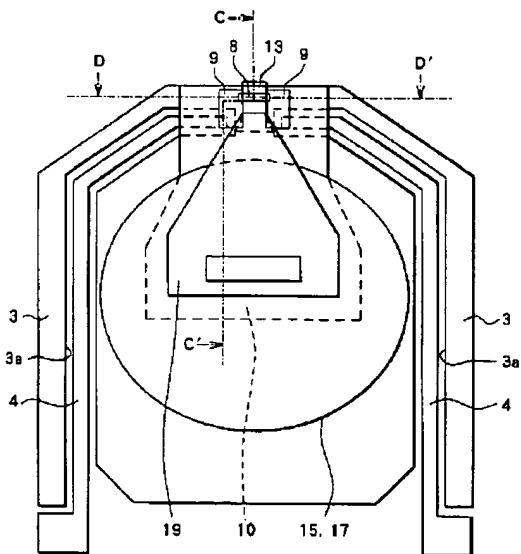
【図9】



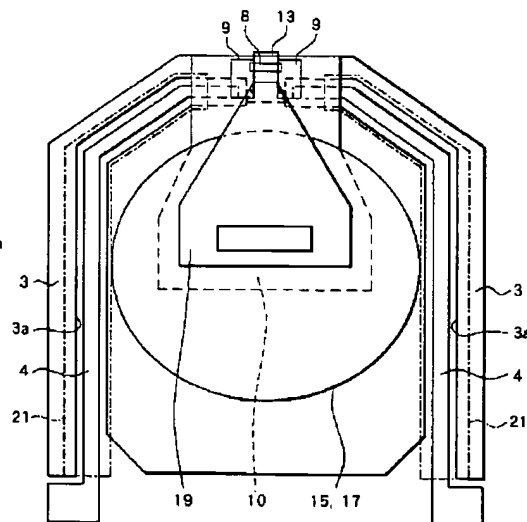
【図10】



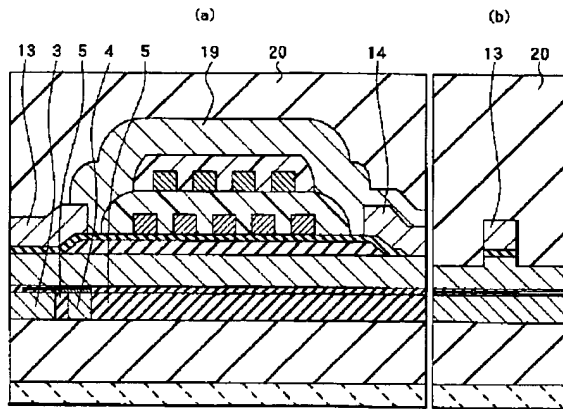
【図11】



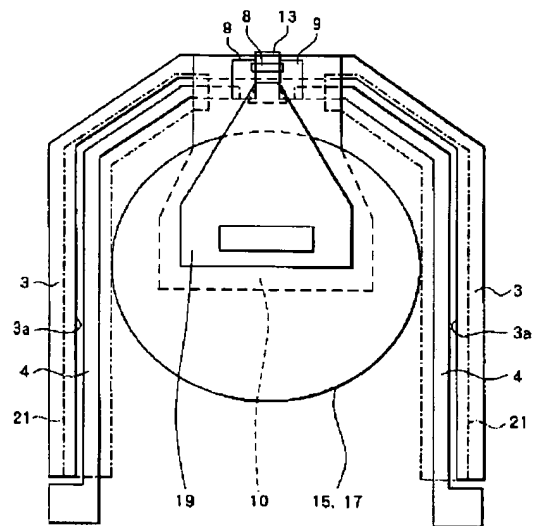
【図12】



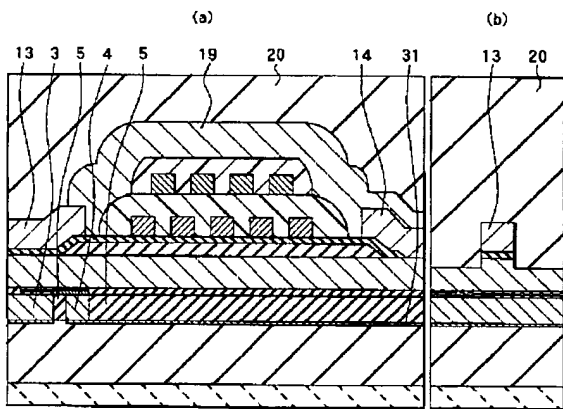
【図13】



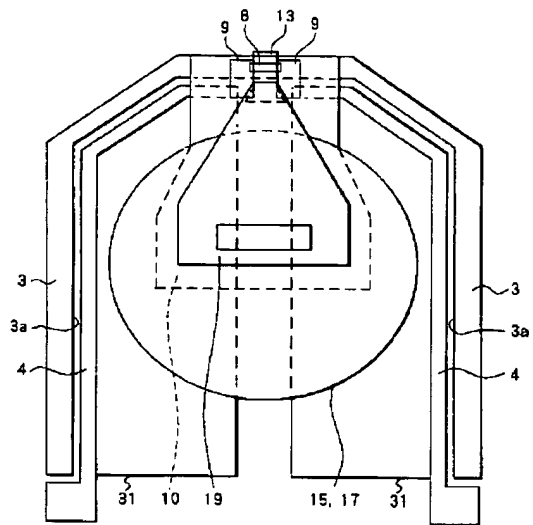
【図14】



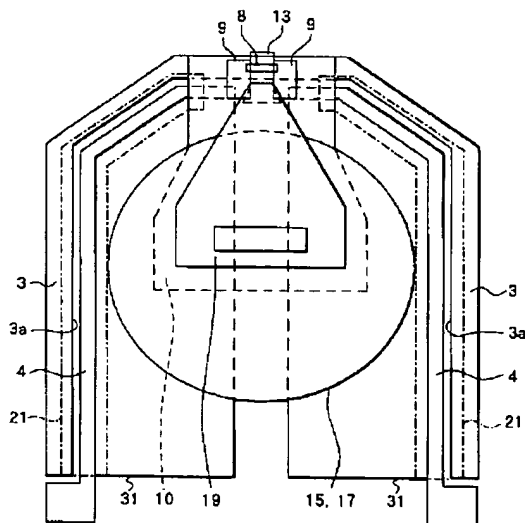
【図15】



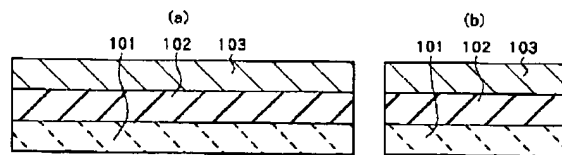
【図16】



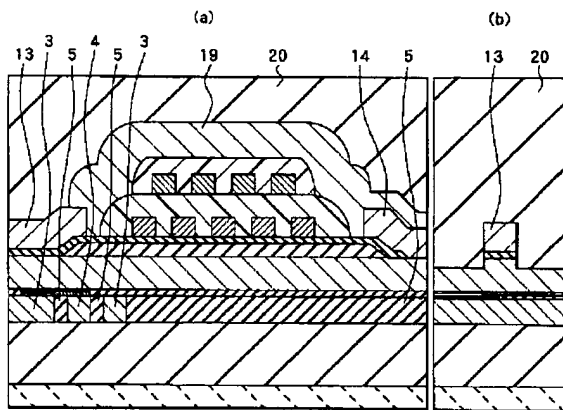
【図17】



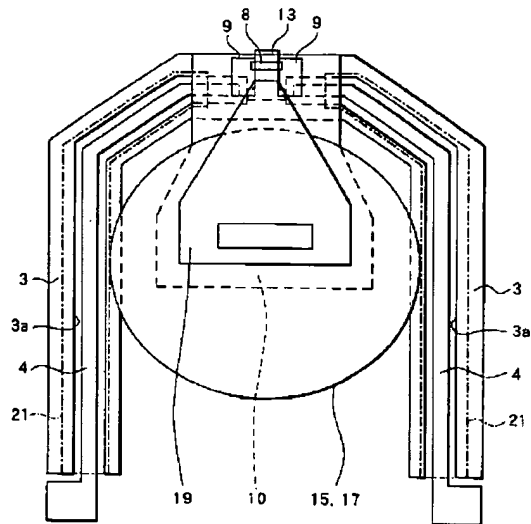
【図21】



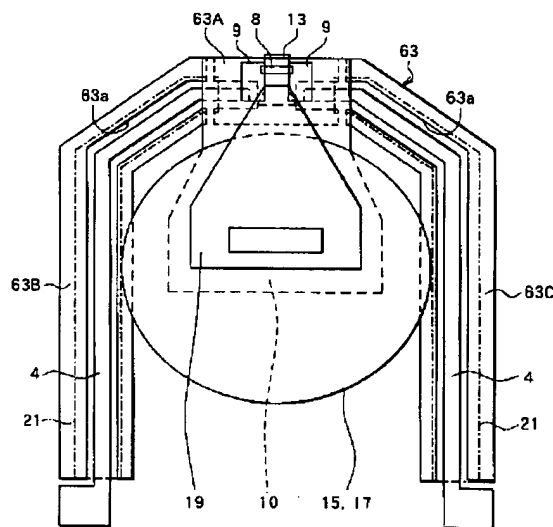
【図18】



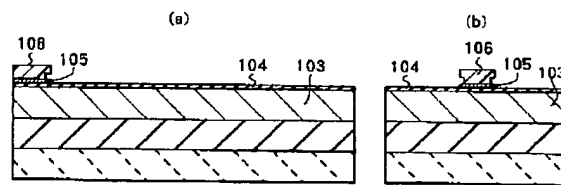
【図19】



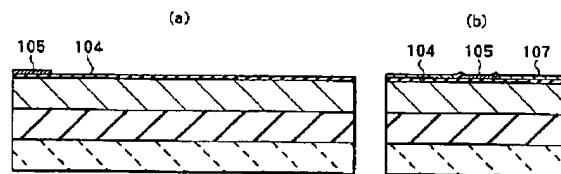
【図20】



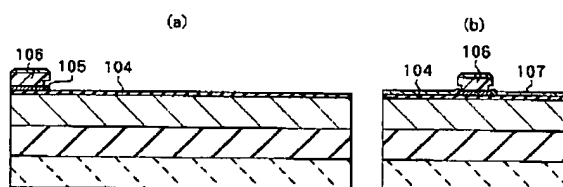
【図22】



【図24】



【図23】



【図25】

